

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 4 月 1 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 0 9 7 9 8 2
Application Number:

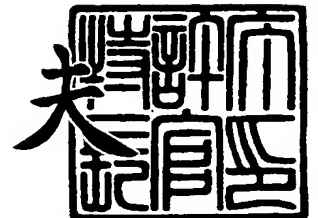
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 3 - 0 9 7 9 8 2]

出 願 人 カシオ計算機株式会社
Applicant(s):

2 0 0 4 年 3 月 9 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 4 - 3 0 1 7 9 5 1

【書類名】 特許願

【整理番号】 02-1828-00

【提出日】 平成15年 4月 1日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02F 1/13357

【発明者】

【住所又は居所】 東京都八王子市石川町 2 9 5 1 番地の 5 カシオ計算機
株式会社八王子研究所内

【氏名】 荒井 則博

【発明者】

【住所又は居所】 東京都八王子市石川町 2 9 5 1 番地の 5 カシオ計算機
株式会社八王子研究所内

【氏名】 鈴木 剛

【発明者】

【住所又は居所】 東京都八王子市石川町 2 9 5 1 番地の 5 カシオ計算機
株式会社八王子研究所内

【氏名】 西野 利晴

【発明者】

【住所又は居所】 東京都八王子市石川町 2 9 5 1 番地の 5 カシオ計算機
株式会社八王子研究所内

【氏名】 小林 君平

【特許出願人】

【識別番号】 000001443

【氏名又は名称】 カシオ計算機株式会社

【代表者】 樫尾 和雄

【電話番号】 042(579)7270

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 000561

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書
【発明の名称】 液晶表示装置
【特許請求の範囲】

【請求項 1】 表示を観察する側である前側の基板とこの前側基板に対向配置された後側基板との間に液晶層が設けられ、前記前側基板と後側基板の対向する内面の一方に少なくとも一つの電極が、他方に前記少なくとも一つの電極に対向させて複数の画素を形成するための複数の電極が、それぞれ設けられるとともに、前記液晶層よりも後側で各画素毎の予め定めた一方の領域を除いた他方の領域に反射膜が、前記前側基板と前記後側基板の何れかの内面に前記各画素に対応させてカラーフィルタ層が、それぞれ設けられて成り、前記各画素毎に、前記反射膜が設けられた他方の領域により前側から入射した光を前記反射膜で反射して前側に出射させる反射部と、前記反射膜が設けられていない一方の領域により後側から入射した光を透過させて前側に出射させる透過部とが形成された液晶素子と、

前記液晶素子の前側と後側とにそれぞれ配置された前側偏光板と後側偏光板と

、
前記後側偏光板の後側に配置されたバックライトとを、

備えた液晶表示装置であって、

前記前側基板と前記後側基板との間で前記透過部を除いた領域のうちの少なくとも前記反射部に対応する領域に、前記カラーフィルタ層の厚さに応じて前記透過部の液晶層厚に対する前記反射部の液晶層厚を調整する液晶層厚調整層を設けたことを特徴とする液晶表示装置。

【請求項 2】 前記各画素において、前記反射部に対応するカラーフィルタ層の層厚が前記透過部に対応するカラーフィルタ層の層厚よりも薄く、且つ、前記反射部の液晶層厚 d_1 が前記透過部の液晶層厚 d_2 よりも小さくなるように、前記液晶層厚調整層の層厚が設定されていることを特徴とする請求項 1 に記載の液晶表示装置。

【請求項 3】 前記各画素において、前記反射部に対応するカラーフィルタ層の層厚と前記透過部に対応するカラーフィルタ層の層厚とが等しく、且つ、前

記反射部の液晶層厚 d_1 が前記透過部の液晶層厚 d_2 よりも薄くなるように、前記液晶層厚調整層の層厚が設定されていることを特徴とする請求項 1 に記載の液晶表示装置。

【請求項 4】 前記反射部の液晶層の層厚 d_1 と屈折率異方性 Δn との積 $\Delta n d_1$ が、対向電極間に実質的に電界が形成されていない無電界時において透過光に $1/4$ 波長の位相差を与える値に設定され、前記透過部の液晶層の層厚 d_2 と屈折率異方性 Δn との積 $\Delta n d_2$ が、前記無電界時において透過光に $1/2$ 波長の位相差を与える値に設定され、前記前側偏光板及び前記後側偏光板と前記液晶層との各間に透過光に $1/4$ 波長の位相差を与える位相差板が各遅相軸を互いに直交させてそれぞれ配置されるときともに、前記前側偏光板と前記後側偏光板が各透過軸を互いに直交させて配置され、且つ、前記前側位相差板が無電界時の前記液晶層に対してそれぞれの位相差を相殺し合うように配置されていることを特徴とする請求項 2 又は 3 に記載の液晶表示装置。

【請求項 5】 前記各画素において、前記反射部に対応するカラーフィルタ層の層厚が前記透過部に対応するカラーフィルタ層の層厚よりも薄く、且つ、前記反射部の液晶層厚と前記透過部の液晶層厚とが共に層厚 d で等しくなるように、前記液晶層厚調整層の層厚が設定されていることを特徴とする請求項 1 に記載の液晶表示装置

【請求項 6】 前記液晶表示装置は単純マトリクス方式の STN 型液晶表示装置であることを特徴とする請求項 5 に記載の液晶表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、透過表示と反射表示の両方の表示が可能な液晶表示装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、携帯電話機や携帯情報端末機等の携帯ツールに好適なディスプレイとして、消費電力の少ない半透過反射型液晶表示装置が多用されている。この半透過

反射型液晶表示装置は、例えば自然光や室内照明等の使用環境から得られる外光が豊富な場所ではそれら外光を利用した反射表示とし、外光が弱い場所では内蔵の照明装置を利用した透過表示に切り換えることにより、主に照明装置に費やされる消費電力を少なく抑えるようにした液晶表示装置である。

【0 0 0 3】

そのような半透過反射型液晶表示装置は、大略、半透過反射層を設けた液晶セルを挟んで、その液晶セルを観察する側である前側と後側にそれぞれ偏光板を設置して液晶表示素子とし、この液晶表示素子の後側にバックライトを配設して構成されている。この場合、半透過反射層は視差による画像ボケ等を防止するために液晶セル内に設けることが好ましく、その場合の半透過反射層としては、入射光をそれぞれ所定の割合で反射させると共に透過させる半透過反射板タイプのものや、画素領域に部分的に反射膜を設けて反射部と透過部を形成する部分反射タイプのものがあり、それら半透過反射層は、液晶セルの後側基板と液晶層の間に設置されている。

【0 0 0 4】

上述した半透過反射板タイプの半透過反射層を用いる場合、反射表示と透過表示の双方において、必然的に半透過反射層に入射した光のうちのいくらかが表示に利用できずにロスとなるために、部分反射タイプのものに比べて表示が暗いという問題がある。部分反射タイプの半透過反射層を用いる場合、半透過反射板タイプに比べて光の利用効率は改善される（例えば、特許文献 1 参照）。

【0 0 0 5】

【特許文献 1】

特開 2 0 0 0 - 1 1 1 9 0 2 号公報（第 5 ～ 7 頁、図 2）

【0 0 0 6】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、半透過反射型液晶表示装置に特有の問題として、反射表示と透過表示の双方で良好な表示品質を得ることが難しいという問題がある。これは、反射表示と透過表示とでは、光路及び光源光の種類等が異なるために、一方の表示に最適な光学設計を行っても、その光学設計が他方の表示では最適とならないから

である。特に、カラー表示を行う半透過反射装置では、例えば反射表示で十分な光強度（明るさ）と色純度が得られるカラーフィルタを用いても、そのカラーフィルタでは透過表示において十分な光強度が得られても必要な色純度を得ることができないという根本的な問題が存在する。この問題を解消するため、部分反射タイプでは反射部と透過部にそれぞれに最適な異なる種類のカラーフィルタを設置することも可能であるが、その場合、格段に製造コストがアップしてしまう。

【0007】

この問題を解決できる半透過反射型カラー液晶表示装置として、部分反射タイプで、透過部と反射部とでカラーフィルタの層厚を異ならせることにより、反射表示と透過表示の双方で光強度及び色純度が共に十分なカラー表示を得ようとするものが提案されている。

【0008】

一方、反射表示と透過表示の両方で十分に高いコントラストを得るには、反射表示光路と透過表示光路の各光路における液晶層厚等に基づく位相差を最適に設定する必要があるが、上述したように光強度及び色純度が共に十分なカラー表示を得るために透過部と反射部とでカラーフィルタの層厚を異ならせた場合、これに液晶層の層厚も大きく影響される。

【0009】

以上のような理由から、半透過反射式カラー液晶表示装置により、反射表示と透過表示の両方で、必要な光強度、色純度及びコントラストが全て確保された良好なカラー表示品質を得ることは、極めて困難である。

【0010】

本発明は、透過表示と反射表示の両方で必要な光強度、色純度及びコントラストが全て確保された良好なカラー表示品質が得られる半透過反射型カラー液晶表示装置を提供することを課題とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】

本発明の液晶表示装置は、表示を観察する側である前側の基板とこの前側基板に対向配置された後側基板との間に液晶層が設けられ、前記前側基板と後側基板

の対向する内面の一方に少なくとも一つの電極が、他方に前記少なくとも一つの電極に対向させて複数の画素を形成するための複数の電極が、それぞれ設けられるとともに、前記液晶層よりも後側で各画素毎の予め定めた一方の領域を除いた他方の領域に反射膜が、前記前側基板と前記後側基板の何れかの内面に前記各画素に対応させてカラーフィルタ層が、それぞれ設けられて成り、前記各画素毎に、前記反射膜が設けられた他方の領域により前側から入射した光を前記反射膜で反射して前側に出射させる反射部と、前記反射膜が設けられていない一方の領域により後側から入射した光を透過させて前側に出射させる透過部とが形成された液晶素子と、前記液晶素子の前側と後側とにそれぞれ配置された前側偏光板と後側偏光板と、前記後側偏光板の後側に配置されたバックライトとを、備えた液晶表示装置であって、前記前側基板と前記後側基板との間で前記透過部を除いた領域のうちの少なくとも前記反射部に対応する領域に、前記カラーフィルタ層の厚さに応じて前記透過部の液晶層厚に対する前記反射部の液晶層厚を調整する液晶層厚調整層を設けたことを特徴とするものである。

【0012】

この液晶表示装置によれば、1画素に反射部と透過部を設けた半透過反射式カラー液晶表示装置において、前側基板と後側基板との間で透過部を除いた領域のうちの少なくとも反射部に対応する領域に、カラーフィルタ層の厚さに応じて透過部の液晶層厚に対する反射部の液晶層厚を調整する液晶層厚調整層を設けたから、透過部と反射部のそれぞれにおいてカラーフィルタの厚さと液晶層厚を最適に設定でき、透過表示と反射表示の両方で色純度及び光強度が充分で且つコントラストの高い良好な表示品質を得ることができる。

【0013】

本発明の液晶表示装置においては、請求項2に記載のように、前記各画素において、前記反射部に対応するカラーフィルタ層の層厚が前記透過部に対応するカラーフィルタ層の層厚よりも薄く、且つ、前記反射部の液晶層厚 d_1 が前記透過部の液晶層厚 d_2 よりも小さくなるように、前記液晶層厚調整層の層厚が設定されていることが好ましく、これにより、反射部と透過部の両領域において、カラーフィルタの厚さと液晶層厚の双方を最適に設定することができ、透過表示と反

射表示の両方で色純度及び光強度が共に十分に高く且つコントラストも十分に高い極めて良好な表示品質を得ることができる。

【0014】

また、本発明の液晶表示装置は、請求項3に記載のように、前記各画素において、前記反射部に対応するカラーフィルタ層の層厚と前記透過部に対応するカラーフィルタ層の層厚とを等しくし、且つ、前記反射部の液晶層厚 d_1 が前記透過部の液晶層厚 d_2 よりも薄くなるように、前記液晶層厚調整層の層厚を設定することが好ましく、これにより、透過表示と反射表示の両方で必要な光強度と色純度が確保されると共にコントラストが十分に高い良好なカラー表示が得られ、且つ製造が容易な半透過反射式カラー液晶表示装置を提供することができる。

【0015】

そして、液晶層厚を反射部と透過部とで個別に最適設定する場合は、請求項4に記載のように、前記反射部の液晶層の層厚 d_1 と屈折率異方性 Δn との積 $\Delta n d_1$ が、対向電極間に実質的に電界が形成されていない無電界時において透過光に $1/4$ 波長の位相差を与える値に設定され、前記透過部の液晶層の層厚 d_2 と屈折率異方性 Δn との積 $\Delta n d_2$ が、前記無電界時において透過光に $1/2$ 波長の位相差を与える値に設定され、前記前側偏光板及び前記後側偏光板前側と前記液晶層との各間に透過光に $1/4$ 波長の位相差を与える位相差板が各遅相軸を直交させてそれぞれ配置されるとともに、前記前側偏光板と前記後側偏光板が各透過軸を直交させて配置され、且つ、前記前側位相差板が無電界時の前記液晶層に対してそれぞれの位相差を打ち消し合うように配置されていることが好ましく、これにより、反射表示と透過表示の双方において明表示時における出射光量を最大とし暗表示時における光漏れを最小として表示コントラストを最大限に高めることが可能となる。

【0016】

更に、本発明の液晶表示装置においては、請求項5に記載のように、前記各画素において、前記反射部に対応するカラーフィルタ層の層厚が前記透過部に対応するカラーフィルタ層の層厚よりも薄く、且つ、前記反射部の液晶層厚と前記透過部の液晶層厚とが共に層厚 d で等しくなるように、前記液晶層厚調整層の層厚

を設定してもよく、これにより、透過表示と反射表示の両方で色純度及び光強度が十分に高く且つ必要なコントラストが確保された良好なカラー表示が得られると共に製造歩留まりの高い半透過反射式カラー液晶表示装置を提供できる。そして、この請求項5の構成は、請求項6に記載のように、単純マトリクス式のSTN型液晶表示装置に適用するのが最も効果的で、その場合、STN型液晶表示装置によっても透過表示と反射表示の両方で色純度及び光強度が十分に高く且つ必要なコントラストが確保された半透過反射式カラー表示を得ることが可能となる。

【0017】

【発明の実施の形態】

本発明の第1実施形態としての液晶表示装置について、図1及び図2に基づき説明する。図1は本実施形態の液晶表示装置を示す分解斜視図で、図2はその要部の構成を示す模式的断面図である。

【0018】

本例の液晶表示装置は携帯電話機のディスプレイとして用いられる半透過反射式カラー液晶表示装置であり、図1に示すように、大別して、液晶表示素子LDとその後側（反観察側）に配置された面光源バックライトBLからなる。液晶表示素子LDは、液晶セル1と、この液晶セル1を挟んでその前側（表示の観察側）と後側にそれぞれ設置された前偏光板2と後偏光板3、液晶セル1と前偏光板2との間に設置された前位相差板4、液晶セル1と後偏光板3との間に設置された後位相差板5、及び前位相差板4と液晶セル1間に配置された光散乱板6から構成されている。ここで、光散乱板6は反射表示におけるミラー反射や外景の写り込みを防止するために設けられている。本例では、光散乱板6として、特定の範囲の方向から入射した光のみを効率良く散乱させる指向性散乱反射板を設けてあり、これにより、液晶セル1の前方に光散乱板を配置することに起因する画像ボケや明るさの低下が抑制される。

【0019】

液晶セル1では、図2に示すように、前側の透明基板11と後側透明基板12とが図示されていない枠状に配置されたシール材により所定の間隙を保って接合

され、このシール材に囲まれた両透明基板 11、12 間に液晶が封入されて液晶層 Lc が形成されている。

【0020】

本例の液晶表示素子 LD は、アクティブマトリックス型液晶表示素子であり、両透明基板 11、12 間に液晶を封入して形成されている液晶層 Lc は、TN（ツイストネマチック）型液晶層である。従って、後側透明基板 12 の前側透明基板 11 に対向させる面（以下、内面という）には、ITO（Indium Tin Oxide）等の透明金属膜からなる複数の画素電極 13 がマトリクス状に配置されている。これら各画素電極 13 と後述する対向側の前側透明基板 11 に設けられた一枚膜状の対向電極 19 との対向領域が、表示画像を形成する 1 画素に対応する画素領域 Dp となる。

【0021】

各画素電極 13 には、印加電圧のスイッチング素子としての TFT（薄膜トランジスタ）14 がそれぞれ設けられている。これら各 TFT 14 は、図示しないゲート配線とドレイン配線に接続されており、これら配線を通じて印加される各種駆動電圧に応じて各 TFT 14 がオン・オフし、各画素電極 13 に信号電圧が印加される。

【0022】

各画素電極 13 と後側透明基板 12 との間には、反射膜 15 がそれぞれ介設されている。この反射膜 15 は 1 個の画素電極 13 が配置された画素領域 Dp のうちの所定の領域を除いた部分に設置されている。

【0023】

すなわち、液晶セル 1 は、少なくとも各画素領域 Dp 毎の所定の領域を除いた領域に反射膜 15 がそれぞれ設けられ、反射膜 15 が設けられた領域により前側から入射した光を反射膜 15 により反射して前側に出射させる反射部 Dr が形成され、反射膜 15 が設けられていない領域により後側から入射した光を前側に出射させる透過部 Dt が形成された、部分反射タイプの半透過反射式液晶セルである。

【0024】

本例の反射膜 15 はアルミニウム系合金等からなる高反射率の鏡面反射膜であり、この反射膜 15 を後側透明基板 12 の内面に積層されている図示されていないゲート絶縁膜や層間絶縁膜の上に形成し、この反射膜 15 を一部で覆うように上記画素電極 13 を積層してある。ここで、反射膜 15 は、画素領域 D_p の略半分の領域に対応させて設けてあり、従って、この反射膜 15 が設けられた略半分の領域が反射部 D_r となり、他の半分の領域が透過部 D_t となる。

【0025】

そして、全ての上述した画素電極 13 と薄膜トランジスタ 14 を覆って、後配向膜 16 が略一様に被着されている。後配向膜 16 の液晶に接する表面には、液晶層 L_c の液晶分子をツイスト配向させるために、ラビング等の方法により所定の方に配向処理が施されている。

【0026】

一方、前側透明基板 11 の内面にはカラーフィルタ層 17 が積層されている。本例のカラーフィルタ層 17 は、赤、緑、青の各色フィルタ要素 17R、17G、17B からなり、各色フィルタ要素 17R、17G、17B は、画素電極 13 が配置された各画素領域 D_p 毎にそれぞれ所定の配列で配置されている。本例では、各色フィルタ要素 17R、17G、17B を、少なくとも対応する画素領域 D_p の全域にわたり同じ層厚 t で形成してあり、従って、一つの画素領域 D_p は、例えば赤色フィルタ要素 17R が積層されている反射部 D_r と、これと同じ層厚の赤色フィルタ要素 17R が形成された透過部 D_t とからなる。この場合の各色フィルタ要素 17R、17G、17B の層厚 t は、透過部 D_t による透過カラー表示と反射部 D_r による反射カラー表示の両方で必要な光強度と色純度が確保できる層厚に設定されている。本例では、各色フィルタ要素 17R、17G、17B を透過カラー表示において十分な色純度と光強度が得られる層厚に形成してあり、従って、反射カラー表示においては、色純度は充分であるが光強度は必要な強度は確保されているものの充分ではない。

【0027】

そこで本例では、各色フィルタ要素 17R、17G、17B の各反射部 D_r に対応する部分に、所定の大きさの円柱又は角柱形状をなす透孔 $h_1 \sim h_3$ をそれぞれ

れ部分的に穿設してある。各色フィルタ要素 17R、17G、17B に設けた各透孔 h1 ~ h3 の開口面積は、反射部 Dr 全体の面積（総面積）の 50%以下が好ましい。このように、反射部の色フィルタ要素部分に透孔を設けることにより、反射カラー表示における光強度が改善される。

【0028】

すなわち、前側の外部から前側透明基板 11 等を介して各色フィルタ要素 17R、17G、17B に入射した光のうち、往路又は反射膜 15 に反射された後の復路の少なくともどちらかで透孔 h1 ~ h3 を透過した光は、各色フィルタ要素 17R、17G、17B を往復透過した光よりは強度が大きい。従って、各色フィルタ要素 17R、17G、17B から出射される光は、往復透過した色純度の高い光と透孔を透過した強度の大きい光が混合された色純度及び強度が共に十分に高い着色光である。

【0029】

そして、本例においては、緑色フィルタ要素 17G に設けた透孔（以下、緑画素の透孔という）h2 の開口面積を、他の赤、青の各色フィルタ要素 17R、17G に設けた透孔（以下、赤画素の透孔、青画素の透孔という）h1、h3 の開口面積より大きく設定してある。これは、赤、緑、青の各着色光の視感度のうちでは緑色光の視感度が最も低く、その視感度の差を補償するためであり、これにより、赤、緑、青の各反射着色光の視感度が補正され、それらの加法混色による白色光がより純白色に近い光となる。すなわち、ホワイトポイントが改善される。この場合、緑画素の透孔 h2 の開口面積は、緑色フィルタ要素 17G の反射部 Dr に対応する部分の総面積（以下、緑反射部総面積という）の 5 ~ 50%、赤、青の各画素の透孔 h1、h3 の各開口面積は、赤、青反射部総面積の 0 ~ 50% が好ましく、そのうちでも、緑画素の透孔 h2 の開口面積率は 20 ~ 40%、赤、青各画素の透孔 h1、h3 の各開口面積率は 0 ~ 30% がより好ましく、本例では、緑画素の透孔 h2 の開口面積率を 30% とし、赤、青各画素の透孔 h1、h3 の開口面積率を 1% としてある。

【0030】

なお、各透孔 h1 ~ h3 は、各反射部 Dr に 1 個ずつではなく複数個設けるよ

うにしてもよい。この場合、複数個の透孔の総開口面積の各反射部Drの総面積に対する割合を上述した1個の透孔を設ける場合の割合と同じにすればよい。

【0031】

カラーフィルタ層17の内側表面(図2では下側)には、各画素領域Dpの反射部Drに対応させて、各反射部Drにおける液晶層(ギャップ)Lcの層厚を調整するためのギャップ調整層18が、それぞれ設置されている。各ギャップ調整層18は、アクリル樹脂等の透明有機材或いはITO等の無機材の透明材料を用い、透過部Dtを除いた領域のうちの少なくとも反射部Drに対応する領域に、各透孔h1～h3を埋めて内側表面が平坦になるように形成してある。このようなギャップ調整層18を有機樹脂材料を用いて形成する場合は、例えば、ロールコート法やスピンコート法で流動性の樹脂材料を各透孔h1～h3内に隙間無く充填させるとともに所定の厚さに塗布して硬化させることにより平坦な表面のギャップ調整層膜を積層し、この後、エッチング等により必要な範囲を覆う形状にパターニングすることにより、容易に形成することができる。

【0032】

ここで、このギャップ調整層18の各色フィルタ要素17R、17G、17B上の層厚(以下、単に調整層厚という)fは、上述したカラーフィルタ層17の層厚tに応じて透過部Dtの液晶層厚d2に対する反射部Drの液晶層厚d1が最適となるように設定されている。この場合の反射部Drと透過部Dtの各液晶層厚d1、d2は、反射部Drの液晶層Lcを介する外光の往復反射表示光路と透過部Dtを介する内蔵バックライト光の透過表示光路のそれぞれにおいて、液晶層のオン・オフに応じ観察側(前側)に出射される光量の差つまり表示のコントラストが最大となる位相差が得られるように、最適設定されている。この各液晶層厚d1、d2の最適設定については、後程、詳細に説明する。

【0033】

全てのギャップ調整層18の表面とそれらの間のカラーフィルタ層17表面に追従させて、一枚膜状の透明な対向電極19が積層され、その表面に追従させて、前配向膜20が積層されている。従って、各画素領域Dpにおける反射部Drの前、後配向膜16、20各表面間の距離つまり液晶層厚d1は、透過部Dtの

同液晶層厚 d_2 よりも、略ギャップ調整層 18 の層厚 f 分だけ小さくなっている。ここで、本例では両基板 11、を接合するシール材（不図示）中に含有させてある基板間隔規制部材（不図示）により基板間隔 T が所定の大きさを確保されるから、透過部 D_t の液晶層厚 d_2 は、大略、カラーフィルタ層 17 の層厚 t によって決まり、反射部 D_r の液晶層厚 d_1 は、カラーフィルタ層 17 の層厚 t とギャップ調整層 18 の層厚 f とで決まる。つまり、最適な反射部 D_r の層厚 d_1 は、最適な透過部 D_t の液晶層厚 d_2 を与える基板間隔 T とカラーフィルタ層 17 の層厚 t に応じてギャップ調整層 18 の層厚 f を調整することにより得られる。

【0034】

前配向膜 20 には、液晶層 L_c を挟んで対向する後配向膜 16 と同様に、液晶層 L_c の液晶分子をツイスト配向させるために所定の方角に沿ってラビングによる配向処理が施されている。

【0035】

以上のように構成された液晶表示素子 LD においては、反射部 D_r の液晶層 L_c を介する外光の往復反射表示光路と透過部 D_t を介する内蔵バックライト光の透過表示光路のそれぞれにおいて、液晶層のオン・オフに応じ観察側（前側）に出射される光量の差つまり表示のコントラストが最大となる位相差が得られるように、各部材の光学条件が次のように設定されている。

【0036】

液晶セル 1 の前側に設置されている前偏光板 2 は、図 1 に示すように、その透過軸 2a が液晶セル 1 の前側透明基板 11 側の配向処理方向 11a に対し平行となる配置で設置され、後側に設置されている後偏光板 3 は、その透過軸 3a が前偏光板 2 の透過軸 2a に対し直交する配置で設置されている。

【0037】

液晶セル 1 と両偏光板 2、3 との間に配置されている前位相差板 4 と後位相差板 5 は、何れも透過光の常光と異常光との間に $\lambda/4$ （ λ ：透過光の波長）の位相差を与える $\lambda/4$ 位相差板であり、それぞれ、各遅相軸 4a、5a を隣接する前、後偏光板 2、3 の各透過軸 2a、3a に対し 45° で交差させると共に互いに直交させてある。

【0038】

そして、液晶セル 1 においては、前、後配向膜 20、16 の各配向処理方向 11a、12a の方向、画素電極 13 と対向電極 19 間に実質的に電界が形成されていない無電界時（以下、オフ時という）における液晶層 Lc における液晶分子の初期ツイスト配向角度と、この初期ツイスト配向角度に基づく屈折率異方性 Δn 、及び画素領域 Dp の反射部 Dr と透過部 Dt における各液晶層厚 d1、d2 が、次のように設定されている。

【0039】

オフ時における液晶層 Lc つまり初期ツイスト配向状態の液晶層 Lc は、位相差板と同様に透過光に位相差を与える光学異方体の一種であるから、まず、その遅相軸 1a が二点鎖線で示すように横軸 x に対して 45° の角度で交差する方向に存在するように、液晶分子の初期ツイスト配向状態を設定する。

【0040】

そのためには、無電界時における液晶層 Lc の液晶分子の初期ツイスト配向角度を $60^\circ \sim 70^\circ$ の範囲内に設定することが好ましく、本例では 64° に設定する。そして、前透明基板 11 側の前配向膜 20 に施される配向処理方向 11a を液晶表示装置の画面（前偏光板 2 の前面）の横軸 x に平行で矢印方向に向かう（図中右から左に向かう）方向とし、後透明基板 12 側の配向膜 16 に施される配向処理方向 12a を、横軸 x に対して 64° で交差し矢印方向に向かう方向としてある。これにより、液晶分子が前側透明基板 11 の方から見て反時計回り（左回り）方向へ 64° にわたりツイスト配向し、遅相軸 1a が前位相差板 4 の遅相軸 4a に直交すると共に後位相差板 5 の遅相軸 5a に平行な、液晶層 Lc が得られる。

そして、各画素領域 Dp における反射部 Dr と透過部 Dt の各液晶層厚（ギャップ）d1、d2 を、次のように個々に最適設定してある。

【0041】

すなわち、反射部 Dr の液晶層厚 d1 は、これと液晶分子がオフ状態の配向状態にあるときの屈折率異方性 Δn との積 $\Delta n \cdot d1$ が、透過光の波長を λ 、0 を含む正の整数を k とした場合に、

$$\Delta n \cdot d1 = \lambda (2k + 1) / 4 \cdots (1)$$

となるように設定する。

【0042】

一方、透過部Dtの液晶層厚d2は、これと液晶分子がオフ状態の配向状態にあるときの屈折率異方性 Δn との積 $\Delta n \cdot d2$ が、透過光の波長を λ 、0を含む正の整数を k' とした場合に、

$$\Delta n \cdot d2 = \lambda (2k' + 1) / 2 \cdots (2)$$

となるように設定する。

【0043】

なお、液晶分子がオフ状態の配向状態にあるときの屈折率異方性 Δn は、液晶層厚が異なる反射部Drと透過部Dtにおいて厳密には異なっているが、その違いは全光路の位相差に実質的に影響を及ぼさない無視できる程度のものである。

【0044】

具体例には、本例の反射部Drにおける液晶層Lcの $\Delta n \cdot d1$ は、透過光の常光と異常光との間に $\lambda/4$ の位相差を与えるリタデーションをもつように、設定されている。一方、透過部Dtにおける液晶層Lcの $\Delta n \cdot d2$ は、透過光の常光と異常光との間に $\lambda/2$ の位相差を与えるリタデーションをもつように、設定されている。

【0045】

このように、本例の液晶層Lcにおいて反射部Drと透過部Dtとで透過光に与える位相差に $\lambda/4$ の違いをもたせるには、反射部Drの液晶層厚d1を2～4 μm とした場合、透過部Dtの液晶層厚d2を、初期ツイスト配向が60°の液晶層Lcで1.0 μm 程度、初期ツイスト配向が70°の液晶層Lcで0.5 μm 程度、それぞれ液晶層厚d1よりも大きく設定すればよい。なお、上記(1)、(2)式を満たす液晶層厚d1、d2の差d2-d1の好適範囲は、0.5 μm ～6 μm である。因みに、ホモジニアス配向の液晶層の場合は、透過部Dtの液晶層厚d2が反射部Drの2倍程度が最適である。

【0046】

後偏光板3の後側に設置されている面光源バックライトBLは、アクリル樹脂

等の透明板からなる導光板 30 と、その一方の端面に対向配置された例えば LED (発光ダイオード) 等の複数の発光素子 31 とからなる。

【0047】

この面光源バックライト BL は、発光素子 31 から射出された光を導光板 30 により導いてその前面から面状に出射させるものであり、発光素子 31 からの射出光は、対向端面から導光板 30 内に入射し、この導光板 30 の前後面と外側の空気相との界面において全反射を繰り返しながら導光板 30 内を進行するうちに前面から出射し、前面全域から後偏光板 3 に向けて面状に光が照射される。なおこのバックライト BL の光源は、LED 等の発光素子に限らず、冷陰極管等の線状光源でもよい。

【0048】

上述のように構成された液晶表示装置によれば、使用環境の光である外光の照度が十分な条件下では、その外光を利用する反射表示を行い、外光の照度が不十分な暗い環境下では内蔵されている面光源バックライト BL の照射光による透過表示を行うことができる。

【0049】

まず、外光を利用する反射表示動作について図 2 と図 3 を参照して説明する。なお、図 3 は、反射表示動作における光の偏光状態の変遷を示す説明図で、(a) は無電界時であるオフ時を、(b) はオン時を、それぞれ示している。

【0050】

図 2 において、液晶セル 1 では、画素領域 D_p 毎に入力情報に応じて駆動電圧が印加され、電極間に電界が形成されず液晶分子が初期のツイスト配向状態にある画素領域 D_p (以下、オフ画素という) と、電極間に所定の強さの電界が形成されて液晶分子が立上がり配向した状態の画素領域 D_p (以下、オン画素という) とが、形成されている。図 2 では、赤色フィルタ要素 17R に対応する画素領域 D_{p1} がオフ画素であり、緑色フィルタ要素 17G と青色フィルタ要素 17B に対応する両画素領域 D_{p2} 、 D_{p3} がオン画素である。

【0051】

オフ画素の例えば赤色フィルタ要素 17R が設けられた画素領域 D_{p1} の反射部

Dr に入射した外光（非偏光）Ra は、図 3 に示されるように、前偏光板 2 を透過することによりその振動方向が前偏光板 2 の透過軸 2a に沿った直線偏光 Pa1 となり、前位相差板 4 に入射する。前位相差板 4 に入射した直線偏光 Pa1 は、これを透過することにより $\lambda/4$ の位相差が付与されて円偏光 Pa2 となり液晶セル 1 に入射する。

【0052】

液晶セル 1 に入射した上記円偏光 Pa2 は、赤色フィルタ要素 17R を透過して赤色に着色された後、液晶分子が 64° にわたって初期ツイスト配向し、 $\lambda/4$ の位相差に相当するリタレーション ($\Delta n \cdot d1$) を備えたオフ状態の液晶層 Lc を透過する。ここで、本例のオフ状態の液晶層 Lc は、前述したように透過軸 1a を前位相差板 4 の遅相軸 4a に対して直交させて配置され、 $\lambda/4$ の位相差を備えた光学異方体であるから、これを透過することにより前位相差板 4 により付与された $\lambda/4$ の位相差が相殺される。従って、円偏光 Pa2 は、オフ状態の液晶層 Lc を透過することにより、振動方向が元の直線偏光 Pa1 と同じ方向に戻った直線偏光 Pa3 となる。この振動方向が元に戻った直線偏光 Pa3 は、反射膜 15 により前方へ反射される。

【0053】

反射膜 15 により反射された直線偏光 Pa3 は、反射膜 15 に至るまでの往光路とは逆順の復光路を進行する。すなわち、オフ状態の液晶層 Lc と赤色フィルタ要素 17R の透孔 h1 を透過した後、前位相差板 4 を透過する。オフ状態の液晶層 Lc と前位相差板 4 は、これらを逆方向に透過する復光路においても、往光路と同様に互いに位相差を相殺しあうから、反射された直線偏光 Pa3 は液晶層 Lc を透過して円偏光 Pa4 となった後、前位相差板 4 を透過し、振動方向が反射されたときと同じ方向に戻った直線偏光 Pa5 となって前位相差板 4 から出射され、前偏光板 2 に入射する。この入射する直線偏光 Pa5 の振動方向は、前偏光板 2 の透過軸 2a に沿っているから、吸収されることなくそのまま前偏光板 2 を透過して観察側である前方に出射され、画素領域 Dp1 に対応する画素が赤色表示される。

【0054】

なお、この出射直線偏光 Pa5 は、往路で赤色フィルタ要素 17R を透過し復路

で赤色フィルタ要素 17R の透孔 h1 を透過した光強度の減衰が抑えられた明るい赤色着色光であり、このような明るい赤色着色光が画素領域 Dp1 から出射される赤色光に混じることにより、色純度だけでなく光強度も十分に高い明るい赤色反射表示がなされる。

【0055】

また、画素領域 Dp1 の透過部 Dt に入射した外光は、液晶セル 1 においてオフ状態の液晶層 Lc を透過して直線偏光に戻った後、散乱反射されずにその直線偏光のまま液晶セル 1 を透過して後側へ出射される。この後、その直線偏光は後位相差板 5 を透過して円偏光となり、後偏光板 3 の吸収軸に沿った偏光成分光が吸収され、透過軸に沿った偏光成分光だけが後側に透過されて最終的には消失する。

【0056】

一方、オン状態の画素領域である例えば青色フィルタ要素 17B が設けられた画素領域 Dp3 の反射部 Dr に入射する外光（非偏光） Ra' は、前偏光板 2 を透過して前位相差板 4 を透過し液晶層 Lc に入射するまでは、上述したオフ状態の画素領域の場合と同じ作用を受ける。すなわち、前偏光板 2 を透過して振動方向がその透過軸 2a に沿った直線偏光 $Pa'1$ となり、これが前位相差 4 を透過し円偏光 $Pa'2$ となってオン状態の液晶層 Lc に入射する。

【0057】

オン状態の液晶層 Lc では、電極間に形成された電界により液晶分子が立上がり配向している。立上がり配向した液晶層 Lc は層厚方向に透過する光に対するリタデーション ($\Delta n \cdot d1$) は実質的に 0 であるから、入射した円偏光 $Pa'2$ はその円偏光 $Pa'2$ のまま出射し、反射膜 15 で反射されて再び円偏光 $Pa'2$ のままオン状態の液晶層 Lc を透過し、前位相差板 4 に入射する。前位相差板 4 に入射した円偏光 $Pa'2$ は、ここで $\lambda/4$ の位相差を付与される。この場合、液晶層 Lc の位相差は実質的に 0 であるから、同じ前位相差板 4 を連続して透過するときと同じ作用を受ける。従って、前位相差板 4 を出射する光は、往路と復路で共に $\lambda/4$ の位相差が付与され、合せて $\lambda/2$ の位相差が付与されることにより、前位相差板 4 に入射する直線偏光 $Pa'1$ がその振動方向に沿った面（以下、偏

光面という)を 90° 回転させた直線偏光 $Pa'3$ である。この直線偏光 $Pa'3$ は、偏光面が前偏光板2の透過軸2aに直交する吸収軸(不図示)に沿った直線偏光であるから、前偏光板2に入射して吸収され、観察側(前側)には出射されない。従って、このオン状態の画素領域 $Dp3$ に対応する画素は黒表示となる。

【0058】

なお、このオン状態の画素領域 $Dp3$ の透過部 Dt は、一对の前後偏光板2、3間に、リタレーション値が同じでそれぞれの遅相軸を互いに直交させて配置された前、後位相差板4、5が、リタレーションが略0の液晶層 Lc を挟んで設置された構成であるから、この透過部 Dt を透過する外光は、透過軸を直交させた2枚の偏光板だけの光路を透過する場合と同じであり、全て両偏光板2、3により吸収され、迷い光等となって前側に出射することはない。

【0059】

以上のように、本例の液晶表示装置による反射カラー表示は、各色フィルタ要素17R、17G、17Bに透孔 $h1 \sim h3$ を設けることにより光強度を向上させ、それら透孔 $h1 \sim h3$ を色感度に応じた開口比で設けることによりホワイトポイントを改善し、液晶層 Lc を往復透過して前偏光板2に入射する光の偏光面がオン時とオフ時においてそれぞれ透過軸2aと吸収軸に沿うように液晶層厚 $d1$ を最適設定して表示のコントラストを向上させたものである。

【0060】

次に、本例の液晶表示装置による透過表示動作について、図2と図4を参照しながら説明する。なお、図4は透過表示動作における光の偏光状態の変遷を示す説明図であり、(a)はオフ時を、(b)はオン時を、それぞれ示している。

【0061】

図2において、発光素子31(図1参照)から射出されて導光板30に入射したバックライト光のうち、オフ状態の画素領域 $Dp1$ に向けて出射されたバックライト光(非偏光) Rb は、後偏光板3を透過し、偏光面がその透過軸3aに沿った直線偏光 $Pb1$ となり、後位相差板5に入射する。この直線偏光 $Pb1$ は、後位相差板5を透過して $\lambda/4$ の位相差が付与され、円偏光 $Pb2$ となって液晶セル1に入射し、オフ状態の液晶層 Lc に入射する。

【0062】

透過部Dtの液晶層Lcは、層厚がd2であり、オフ状態においては $\lambda/2$ の位相差に相当する $\Delta n \cdot d2$ のリタデーションを有する。従って、円偏光Pb2は、その遅相軸1aが後位相差板5の遅相軸5aに平行なオフ状態の液晶層Lcを透過する際に更に $\lambda/2$ の位相差が上乘せされ、直線偏光Pb1に対し合計で λ ($3/4$)の位相差が付与された円偏光Pb3となり、赤色フィルタ要素17Rを透過して赤色に着色された後、液晶セル1を出射する。

【0063】

上記円偏光Pb3は、位相差が $\lambda/4$ で遅相軸4aを液晶層Lcの遅相軸1aに対して直交させた前位相差板4を透過することにより、 $\lambda/4$ の位相差がキャンセルされ、偏光面が後偏光板3を透過した時点の直線偏光Pb1から 90° 回転されてx軸に沿った直線偏光Pb4となって出射する。この直線偏光Pb4は、偏光面が前偏光板2の透過軸2aに沿った直線偏光であるから、吸収されることなくそのまま前偏光板2を透過して観察側である前方に出射され、画素領域Dp1に対応する画素が明るい赤色表示となる。

【0064】

一方、オン状態の画素領域である例えば青色フィルタ要素17Bが設けられた画素領域Dp3の透過部Dtに入射するバックライト光Rb'は、図4(b)に示すように、液晶層Lcに入射するまではオフ状態の画素領域Dp1の場合と同様の作用を経て、直線偏光Pb'1から円偏光Pb'2となり、オン状態の液晶層Lcに入射する。オン状態の液晶層Lcはリタデーション($\Delta n \cdot d2$)が略0であるから、入射した円偏光Pb'2はそのまま透過して液晶セル1から出射し、前位相差板4に入射する。前位相差板4は後位相差板5とは互いに遅相軸4a、5aを直交させた配置関係にあって互いに付与する位相差を相殺し合うから、前位相差板4に入射した円偏光Pb'2は、これを透過することにより付与されていた位相差がキャンセルされ、元の直線偏光Pb'1と偏光面の方向が同じ直線偏光Pb'3となって出射される。

【0065】

上記直線偏光Pb'3は、偏光面が前偏光板2の吸収軸(不図示)に沿った直

線偏光であるから、前偏光板 2 に入射し実質的に漏れることなく吸収される。従って、このオン状態の画素領域 D_{p3} に対応する画素は明瞭な黒表示となる。

【0066】

このように、本例の液晶表示装置による透過表示も、オン状態の画素が黒表示となるノーマリーホワイト表示であり、オフ状態の画素では前偏光板 2 による光の吸収が可及的に防止され、オン状態の画素領域 D_{p3} の透過部 D_t では入射光が前、後偏光板 2、3 によって略完全に吸収されるから、コントラストの高いカラー透過表示が得られる。

【0067】

次に、本発明の第 2 実施形態について、図 5 に基づき説明する。なお、以下の実施形態においては、上述した第 1 実施形態と同一構成要素については、同一符号を付してその説明を省略する。

【0068】

本例の液晶表示装置は、第 1 実施形態の液晶表示装置において、前側透明基板 11 内面の各透過部 D_t を除いた領域のうちの少なくとも各反射部 D_r に対応する領域に、ギャップ調整層 21 をそれぞれ配設し、これらギャップ調整層 21 を覆って、前側透明基板 11 内面の略全域にわたりカラーフィルタ層 22 を積層したものである。

【0069】

本例のギャップ調整層 21 も、第 1 実施形態のギャップ調整層 18 と同様に、アクリル樹脂等の透明有機材或いは ITO 等の無機材の透明材料を用い、フォトリソグラフィ法等により、必要な範囲を覆う形状に容易に形成することができる。

【0070】

カラーフィルタ層 22 は各画素領域 $D_{p1} \sim D_{p3}$ 毎に所定の配列で設けられた色フィルタ要素 22R、22G、22B からなり、各色フィルタ要素 22R、22G、22B は、反射部 D_r の層厚 t_1 を透過部 D_t の層厚 t_2 よりも薄く形成してある。

【0071】

すなわち、反射部Drに対応するフィルタ層厚 t_1 は、液晶表示素子LDの前側から、例えば赤色フィルタ要素22Rの反射部Drに対応する領域に入射し反射膜15で反射されて再びその赤色フィルタ要素22Rを透過して、つまり赤色フィルタ要素22Rの反射部Drに対応する領域を往復透過して、出射する光Ra等を、色純度及び強度が共に十分に高い着色光として出射させる厚さに設定されている。また、透過部Dtに対応するフィルタ層厚 t_2 は、液晶表示素子LDの後側から赤色フィルタ要素22Rの反射部Drに対応する領域に入射して透過し、前側に出射する光Rb等を、色純度及び強度が共に十分に高い着色光として出射させる厚さに設定されている。この層厚構成は、他の緑色、青色の各色フィルタ要素22G、22Bについても同様に適用されている。

【0072】

また、各色フィルタ要素22R、22G、22Bの反射部Drに対応する領域には、反射表示におけるホワイトポイントを改善するための透孔 $h_1 \sim h_3$ が、第1実施形態と同様に穿設されている。

【0073】

カラーフィルタ層22上には、対向電極19と前配向膜20が、所定の薄い膜厚で各透孔 $h_1 \sim h_3$ の内面を含むカラーフィルタ層22の全表面に追従させて積層されている。

【0074】

そして、各画素領域Dpにおける反射部Drと透過部Dtの各液晶層厚（ギャップ） d_1 、 d_2 を、上述の第1実施形態と同様に高コントラストのカラー表示が得られるように最適設定してある。本例では、反射部Drの液晶層厚 d_1 を反射部Drの液晶層の $\Delta n \cdot d_1$ が透過光に $\lambda/4$ の位相差を与える値とし、透過部Dtの液晶層厚 d_2 をその $\Delta n \cdot d_2$ が透過光に $\lambda/2$ の位相差を与える値としてある

【0075】

ここで、前述した各ギャップ調整層21の層厚は、上記カラーフィルタ層22の反射部Drと透過部Dtのそれぞれで十分に高い色純度と光強度を得ることができるように各層厚 t_1 、 t_2 設定した場合に、 $\lambda/2$ の位相差を与えるように

設定された透過部Dt の液晶層厚 d2 に対して反射部Dr の液晶層厚 d1 が $\lambda/4$ の位相差を与える値となるように、設定されている。

【0076】

このように構成された本例の液晶表示装置においては、第1実施形態の液晶表示装置と略同じ動作により、反射表示と透過表示の両方において、色純度及び光強度が十分に高く且つ高コントラストの良好なカラー表示品質が得られる。この場合、カラーフィルタ層厚を反射部Dr と透過部Dt とで一定に形成した第1実施形態と異なり、反射部Dr と透過部Dt のそれぞれにおいて個々に各カラーフィルタ層厚 t1、t2 を最適設定してあるから、反射表示と透過表示の両方でそれぞれ最大限に光強度と色純度の高い高度なカラー表示品質を得ることができる。

【0077】

次いで、本発明の第3実施形態を図6に基づき説明する。

本例の液晶表示装置は、単純マトリクス方式の半透過反射カラー液晶表示装置であり、液晶層Lc はツイスト配向角度が $180^\circ \sim 360^\circ$ 程度に大きいSTN (Super Twisted Nematic) 型液晶からなる。

【0078】

前側透明基板11の内面側にはストライプ状の複数の走査電極23が平行に延在形成され、後側透明基板12の内面には、ストライプ状の複数の信号電極24が走査電極23と直交する方向に平行に延在形成されている。従って、各電極23、24の対向部に形成される画素領域Dp はマトリクス状に配置されている。

【0079】

後側透明基板12と信号電極24の間には、第1実施形態と同じ材質の反射膜15'が介設されている。この反射膜15'は、信号電極24の幅方向片側の所定の領域にわたり介設されており、画素領域Dp における反射膜15'が介設された一方の領域が反射部Dr となり、反射膜15'が設けられていない他方の領域が透過部Dt となる。本例では、反射部Dr が透過部Dt よりも若干広くなるように反射膜15'が形成されている。

【0080】

前側透明基板 11 の内面には、ギャップ調整層 25 が、透過部 Dt を除いた領域のうちの反射部 Dr に対応する領域に配設されている。本例のギャップ調整層 25 も、第 1 実施形態のギャップ調整層 18 と同様に、アクリル樹脂等の透明有機材或いは ITO 等の無機材の透明材料を用い、フォトリソグラフィ法等により、必要な範囲を覆う形状に容易に形成することができる。

【0081】

ギャップ調整層 25 を覆って、前側透明基板 11 内面の略全域にわたりカラーフィルタ層 26 が積層されている。カラーフィルタ層 26 は、信号電極 24 に対応させてストライプ状に形成された赤、緑、青の各色フィルタ要素 26R、26G、26B からなり、各色フィルタ要素 26R、26G、26B は、反射部 Dr の層厚 t_1 を透過部 Dt の層厚 t_2 よりも薄く形成してある。

【0082】

ここで、反射部 Dr に対応するフィルタ層厚 t_1 は、第 2 実施形態の場合と同様に、赤色フィルタ要素 26R の反射部 Dr に対応する領域を往復透過して出射する外光 Ra 等を、色純度及び強度が共に十分に高い着色光として出射させる厚さに設定されている。また、透過部 Dt に対応するフィルタ層厚 t_2 は、後側から赤色フィルタ要素 22R の反射部 Dr に対応する領域に入射して透過し、前側に射出するバックライト光 Rb 等を、色純度及び強度が共に十分に高い着色光として出射させる厚さに設定されている。この層厚構成は、他の緑色、青色の各色フィルタ要素 26G、26B についても同様に適用されている。

【0083】

また、各色フィルタ要素 26R、26G、26B の反射部 Dr に対応する領域には、反射表示におけるホワイトポイントを改善するための透孔 h1 ~ h3 が、第 1 乃至第 2 実施形態と同様に穿設されている。

【0084】

カラーフィルタ層 26 を覆って、本例では保護膜 27 が積層されている。この保護膜 27 は、各色フィルタ要素 26R、26G、26B に設けられている透孔 h1 ~ h3 を埋めて平坦な表面を得るために設置されている。この保護膜 27 の平坦な表面には、前述した複数の走査電極 23 が所定のピッチで平行に配設されてい

る。そして、これら走査電極 23 を覆って前配向膜 20 が一様に積層されている。これにより、反射部 Dr と透過部 Dt を通して層厚 d' が略一定の STN 液晶層 Lc' が得られる。

【0085】

ここで、本例の STN 型液晶層 Lc' の層厚 d' は、反射表示と透過表示の両方で可及的に高コントラストのカラー表示が得られるように最適設定されている。

【0086】

すなわち、STN 型液晶層 Lc' は、これを透過する光に対して複屈折作用を及ぼし、入射光を楕円偏光にして出射させるから、液晶層厚を反射部 Dr と透過部 Dt とで個々に最適設定しても、前偏光板 2 に対してその透過軸や吸収軸に沿った直線偏光を入射させることは困難である。従って、本例では、反射部 Dr と透過部 Dt を通して液晶層厚 d' を略一定としてある。

【0087】

そして、STN 型液晶層 Lc' の液晶層厚 d' に基づく $\Delta n \cdot d'$ と両側の配向膜 16、20 の各配向処理方向及び前、後位相板 4'、5' の各位相差値及びそれぞれの遅相軸等の光学軸の配置を、液晶層 Lc' を出射した楕円偏光が前偏光板 2 に入射する際には偏光面がその透過軸或いは吸収軸に沿った直線偏光に可及的に近づくように、設定してある。

【0088】

また本例のように、液晶層 Lc' の層厚を一定とする場合は、走査電極 23 を形成する表面、つまり本例では保護膜 27 表面、に反射部 Dr と透過部 Dt とで段差をもたせなくてもよい。従って、薄膜状の走査電極 23 を平坦な保護膜 27 表面に容易に形成することができ、製品歩留まりが向上される。

【0089】

そして、前述したギャップ調整層 25 の層厚は、上記カラーフィルタ層 26 の反射部 Dr と透過部 Dt のそれぞれで十分に高い色純度と光強度を得ることができるよう各層厚 $t1$ 、 $t2$ を設定した場合に、カラーフィルタ層 26 の表面を平坦とし、且つ、反射部 Dr と透過部 Dt を通して略一定な液晶層厚 d' が反射

表示と透過表示の両方で可及的に高コントラストのカラー表示が得られる厚さとなるように、設定されている。

【0090】

なお、保護膜 27 を省略し、カラーフィルタ層 26 の平坦な表面に、走査電極 23 を第 2 実施形態のように直接形成してもよい。

【0091】

上述のように構成された本例の液晶表示装置によれば、外光 R_a は往復反射表示光路において前位相差板 4' と反射部 D_r の液晶層 $L_{c'}$ による複屈折作用を往路と復路でそれぞれ受け、内蔵バックライト光 R_b は透過表示光路において後位相差板 5' と透過部 D_t の液晶層 $L_{c'}$ 及び前位相差板 4' による複屈折作用を受け、それぞれ、前偏光板 2 にその透過軸 2a または吸収軸（不図示）に沿った偏光面を有する直線偏光に近い楕円偏光となって入射する。その結果、反射表示と透過表示の両方において、液晶層 $L_{c'}$ のオン・オフに応じ前偏光板 2 から観察側（前側）に出射される光量の差つまり表示のコントラストを十分に大きく確保できる。よって、反射表示と透過表示の両方において、上述したようにコントラストが最大に高められるとともに、最適設定された反射部 D_r と透過部 D_t の各カラーフィルタ層厚 t_1 、 t_2 を介することにより色純度及び光強度が十分に高い、良好なカラー表示を得ることができる。

【0092】

なお、本発明の液晶表示装置は上記第 1 乃至第 3 実施形態に限定されるものではない

【0093】

例えば、液晶層は、ツイスト配向以外のホモジニアス配向の液晶層等、種々の配向の液晶層を用いることができる。

【0094】

すなわち、外光による往復反射表示光路と内蔵バックライト光による透過表示光路のそれぞれにおいて、液晶層のオン・オフに応じ観察側（前側）に出射される光量の差つまり表示のコントラストが最大となる位相差が得られるように、前、後位相差板の位相差と遅相軸の配置、前、後偏光板の透過軸の配置、及び液晶

層のツイスト角度と配向処理方向等の光学条件を最適設定すればよい。

【0095】

また、上記実施形態では、各画素領域の略半分の領域を反射部とし残りの略半分の領域を透過部としたが、これら反射部と透過部は液晶表示装置の用途等に応じ任意の形状で任意の面積比に形成すればよく、或いは、反射部と透過部の一方または両方を一つの画素に複数形成してもよい。

【0096】

更に、各実施形態のカラーフィルタ層やギャップ調整層は後側透明基板の内面に設けてもよい。

【0097】

【発明の効果】

本発明の液晶表示装置によれば、1画素に反射部と透過部を設けた半透過反射式カラー液晶表示装置において、前側基板と後側基板との間で透過部を除いた領域のうちの少なくとも反射部に対応する領域に、カラーフィルタ層の厚さに応じて透過部の液晶層厚に対する反射部の液晶層厚を調整する液晶層厚調整層を設けたから、透過部と反射部のそれぞれにおいてカラーフィルタの厚さと液晶層厚を最適に設定でき、透過表示と反射表示の両方で色純度及び光強度が充分で且つコントラストの高い良好な表示品質を得ることができる。

【0098】

本発明の液晶表示装置においては、請求項2に記載のように、各画素において、反射部に対応するカラーフィルタ層の層厚が透過部に対応するカラーフィルタ層の層厚よりも薄く、且つ、反射部の液晶層厚 d_1 が透過部の液晶層厚 d_2 よりも小さくなるように、液晶層厚調整層の層厚を設定することにより、反射部と透過部の両領域において、カラーフィルタの厚さと液晶層厚の双方を最適に設定することができ、透過表示と反射表示の両方で色純度及び光強度が共に充分に高く且つコントラストも充分に高い極めて良好な表示品質を得ることができる。

【0099】

また、請求項3に記載のように、各画素において、反射部に対応するカラーフィルタ層の層厚と透過部に対応するカラーフィルタ層の層厚とを等しくし、且つ

、反射部の液晶層厚 d_1 が透過部の液晶層厚 d_2 よりも薄くなるように、液晶層厚調整層の層厚を設定することにより、透過表示と反射表示の両方で必要な光強度と色純度が確保されると共にコントラストが十分に高い良好なカラー表示が得られ、且つ製造が容易な半透過反射式カラー液晶表示装置を提供することができる。

【0100】

更に、液晶層厚を反射部と透過部とで最適設定する場合は、請求項4に記載のように、反射部の液晶層の層厚 d_1 と屈折率異方性 Δn との積 $\Delta n d_1$ が、対向電極間に実質的に電界が形成されていない無電界時において透過光に $1/4$ 波長の位相差を与える値に設定され、透過部の液晶層の層厚 d_2 と屈折率異方性 Δn との積 $\Delta n d_2$ が、前記無電界時において透過光に $1/2$ 波長の位相差を与える値に設定され、前側偏光板及び後側偏光板前側と液晶層との各間に透過光に $1/4$ 波長の位相差を与える位相差板が各遅相軸を直交させてそれぞれ配置されるときともに、前側偏光板と後側偏光板が各透過軸を直交させて配置され、且つ、前側位相差板が無電界時の前記液晶層に対してそれぞれの位相差を打ち消し合うように配置されることにより、反射表示と透過表示の双方において明表示時における出射光量を最大とし暗表示時における光漏れを最小として表示コントラストを最大限に高めることが可能となる。

【0101】

さらに、請求項5に記載のように、各画素において、反射部に対応するカラーフィルタ層の層厚が前記透過部に対応するカラーフィルタ層の層厚よりも薄く、且つ、反射部の液晶層厚と前記透過部の液晶層厚とが共に層厚 d で等しくなるように、液晶層厚調整層の層厚を設定することにより、透過表示と反射表示の両方で色純度及び光強度が十分に高く且つ必要なコントラストが確保された良好なカラー表示が得られると共に製造歩留まりの高い半透過反射式カラー液晶表示装置を提供できる。

【0102】

そして、この請求項5の構成は、請求項6に記載のように、単純マトリクス式のSTN型液晶表示装置に適用するのが最も効果的で、その場合、STN型液晶

表示装置によっても透過表示と反射表示の両方で色純度及び光強度が十分に高く且つ必要なコントラストが確保された半透過反射式カラー表示を得ることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の第 1 実施形態としての液晶表示装置を示す分解斜視図である。

【図 2】

上記第 1 実施形態の要部構成を示す模式的断面図である。

【図 3】

上記第 1 実施形態の液晶表示装置における反射表示動作での偏光状態の変遷を示す説明図で、(a) はオフ時、(b) はオン時を、それぞれ示している。

【図 4】

上記第 1 実施形態の液晶表示装置における透過表示動作での偏光状態の変遷を示す説明図で、(a) はオフ時、(b) はオン時を、それぞれ示している。

【図 5】

本発明の第 2 実施形態としての液晶表示装置の要部構成を示す模式的断面図である。

【図 6】

本発明の第 3 実施形態としての液晶表示装置の要部構成を示す模式的断面図である。

【符号の説明】

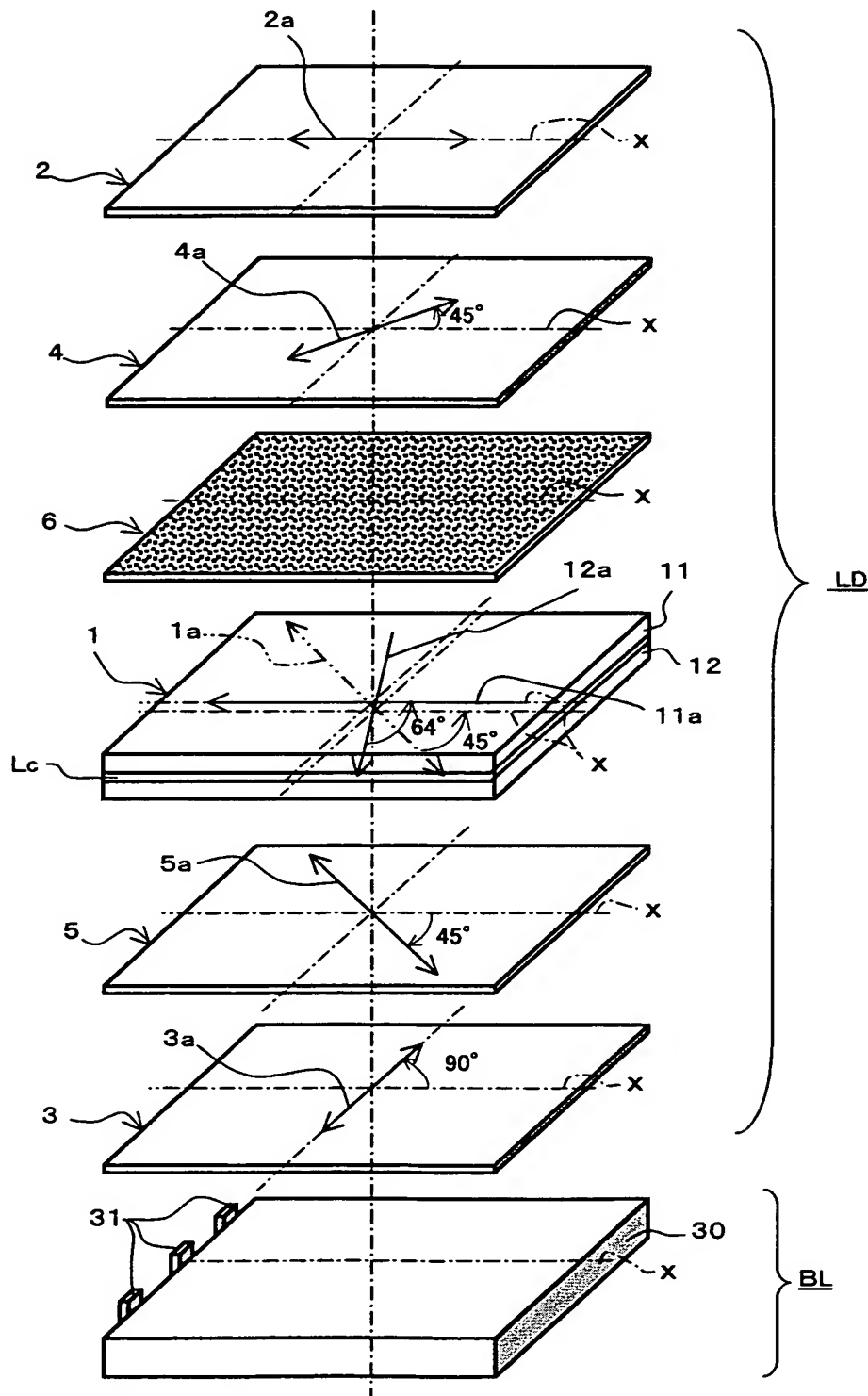
- 1…液晶セル
- 2…前偏光板
- 3…後偏光板
- 4、4'…前位相差板
- 5、5'…後位相差板
- 6…散乱反射板
- 11…前側透明基板
- 12…後側透明基板

13…画素電極
14…薄膜トランジスタ (TFT)
15、15'…反射膜
16…後配向膜
17、22、26…カラーフィルタ層
18、21、25…ギャップ調整層
19…対向電極
20…前配向膜
23…走査電極
24…信号電極
LD…液晶表示素子
Lc、Lc'…液晶層
Dp、Dp1、Dp2、Dp3…画素領域
Dr…反射部
Dt…透過部

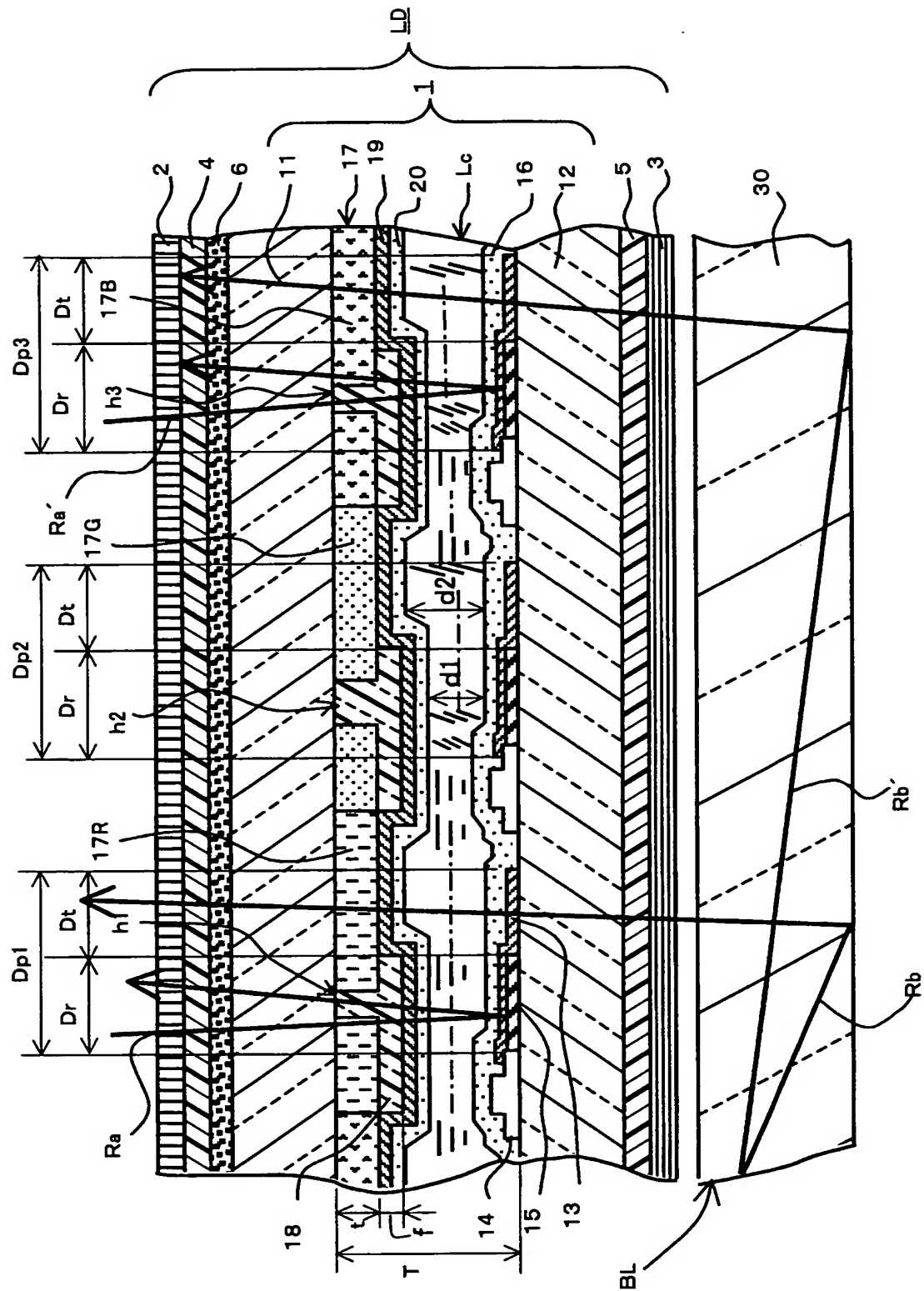
【書類名】

図面

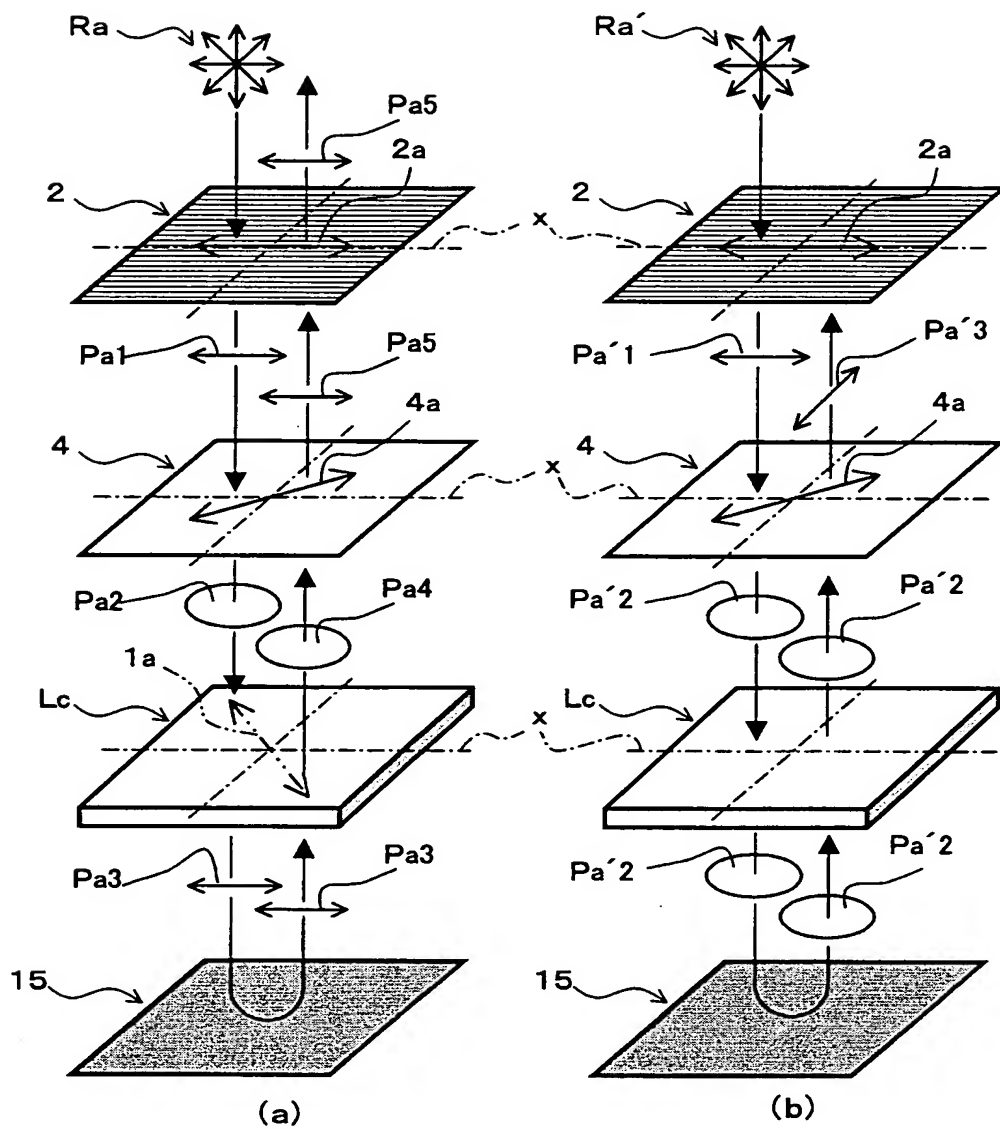
【図 1】



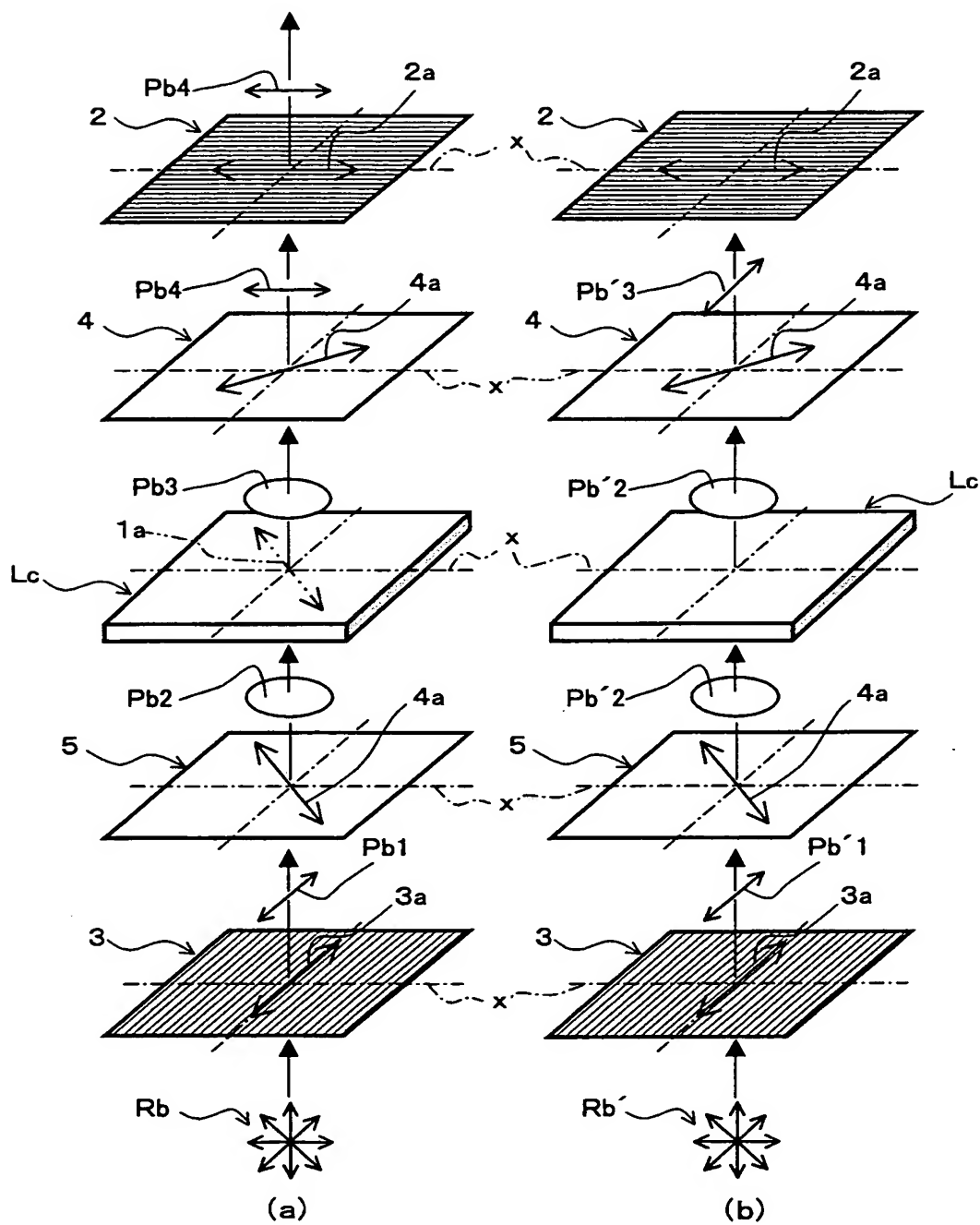
【図 2】



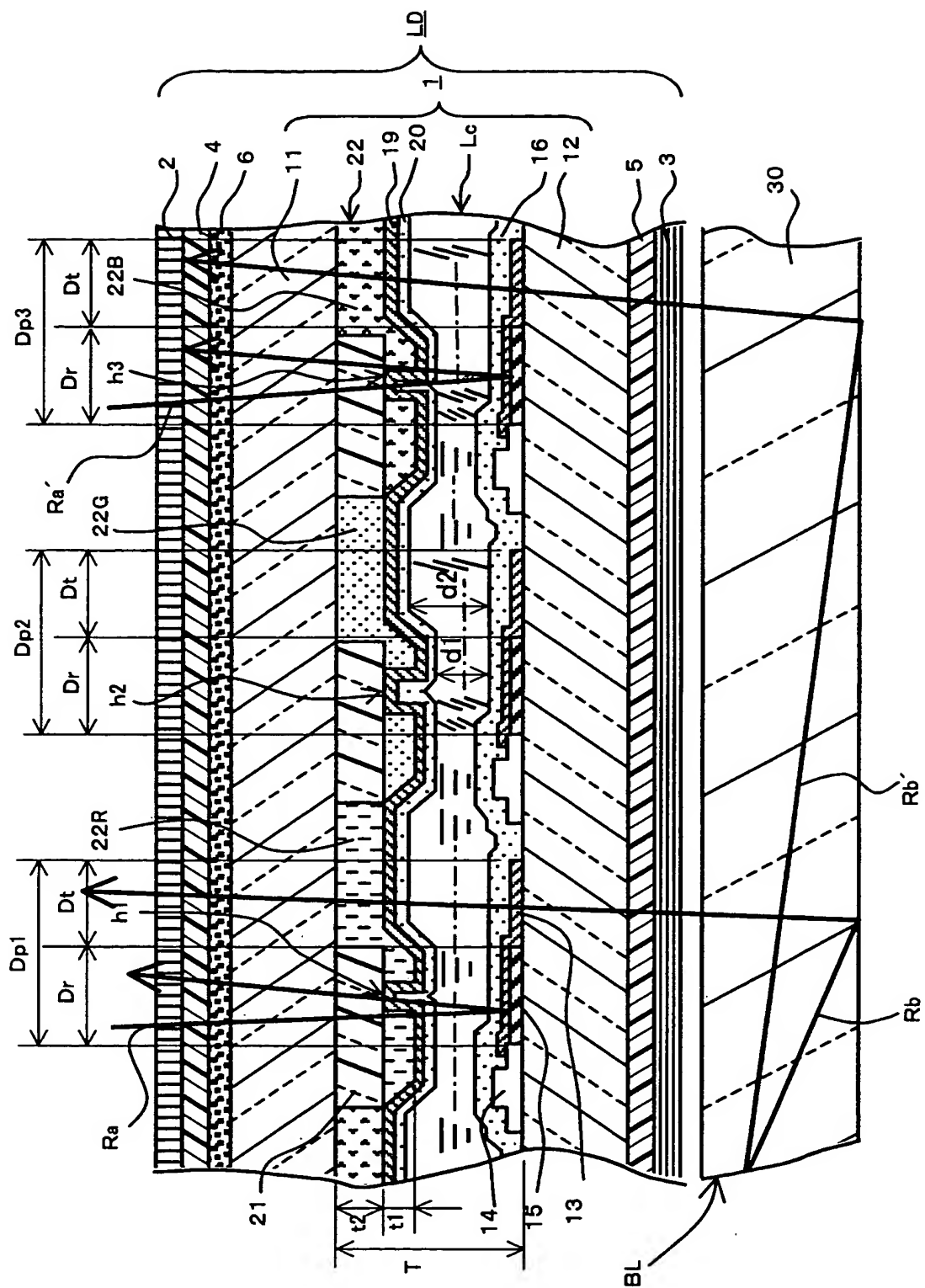
【図 3】



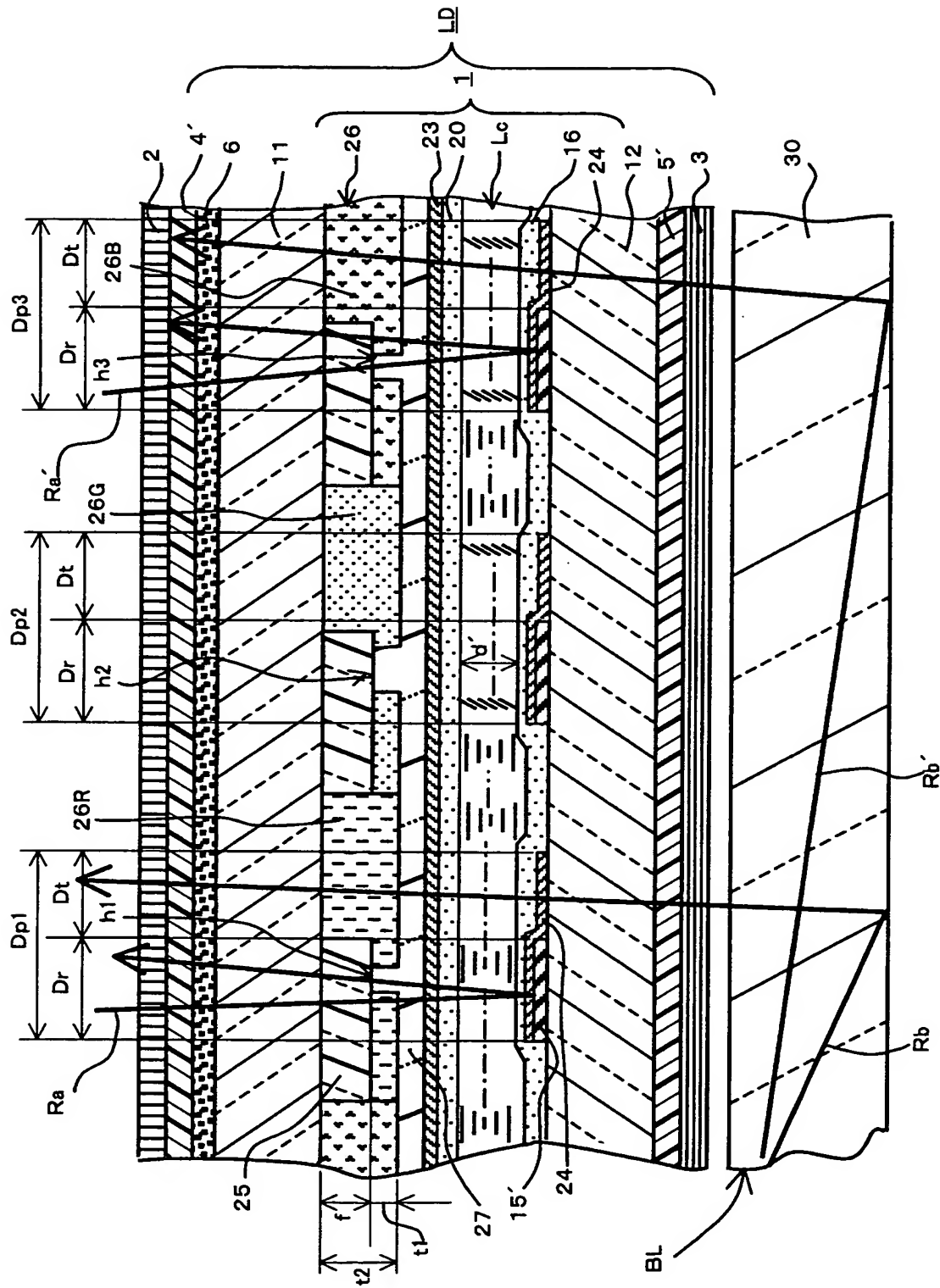
【図 4】



【図 5】



【図 6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 透過表示と反射表示の両方で必要な光強度、色純度及びコントラストが全て確保された良好なカラー表示品質が得られる半透過反射型液晶表示装置を提供する。

【解決手段】 前側透明基板 11 の内面に赤、緑、青の各色フィルタ要素 17R、17G、17B からなるカラーフィルタ層 17 が形成され、後側透明基板 12 の内面で画素領域 D_p の約半分の領域に反射膜 15 を設けて反射部 D_r とし、他の半分の領域を透過部 D_t とし、基板間隔 T とカラーフィルタ 17 の層厚 t を最適に設定して透過部 D_t の液晶層厚 d_2 を高いコントラストの透過表示が得られる層厚とし、これに対して、反射表示においても高いコントラストが得られる反射部 D の層厚 d_1 をカラーフィルタ層 17 の層厚に応じてギャップ調整層 18 の層厚 f を最適設定することにより得る。

【選択図】 図 2



特願 2 0 0 3 - 0 9 7 9 8 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 1 4 4 3]

1. 変更年月日

1 9 9 8 年 1 月 9 日

[変更理由]

住所変更

住 所

東京都渋谷区本町1丁目6番2号

氏 名

カシオ計算機株式会社